



**FACULTAD DE CIENCIAS DE TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de Carrera titulado:

EFFECTOS NEUROTÓXICOS EN TRABAJADORES CON EXPOSICIÓN A GASES VOLÁTILES DE COMBUSTIBLES EN ISLAS DE DESPACHO DE LOS TERMINALES SANTO DOMINGO, AMBATO, RIOBAMBA DE LA EMPRESA PÚBLICA PETROECUADOR

Realizado por:

PABLO HUGO CEVALLOS ALEGRÍA

Director del proyecto:

MARÍA OLGA GUERRERO PÉREZ

Como requisito para la obtención del título de:

ESPECIALISTA EN TOXICOLOGÍA LABORAL

QUITO, 29 DE SEPTIEMBRE DEL 2021

EFFECTOS NEUROTÓXICOS EN TRABAJADORES CON EXPOSICIÓN A GASES VOLÁTILES DE COMBUSTIBLES EN ISLAS DE DESPACHO DE LOS TERMINALES SANTO DOMINGO, AMBATO, RIOBAMBA DE LA EMPRESA PÚBLICA PETROECUADOR

RESUMEN

Esta investigación propone medir la asociación entre efectos neurotóxicos y la exposición a gases volátiles de combustibles (tolueno, xileno) en trabajadores de islas de despacho de los terminales de Santo Domingo, Ambato, Riobamba en la empresa pública Petroecuador, con el propósito fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica. Se realizará según la orientación del proceso en un estudio transversal y análisis descriptivo y analítico. Se espera conocer la descripción de las características sociodemográficas (edad, sexo y nivel de educación) de la población expuesta a gases volátiles de combustibles que ocupan el puesto de trabajo técnico de terminal y que laboran en islas de despacho de los terminales de Santo Domingo, Ambato, Riobamba empresa pública Petroecuador. Se espera identificar trabajadores con efectos neurotóxicos asociados a la exposición de gases volátiles de combustibles (tolueno, xileno) en los terminales de productos limpios Santo Domingo, Ambato, Riobamba de la empresa pública Petroecuador.

Esta investigación incluye en su muestra pocos trabajadores los mismos que se encuentran en diferentes provincias y que no responden claramente a los test de investigación neurotóxica porque temen ser sancionados o apartados del trabajo. Aporta información de sintomatología neurotóxica del contexto que permitirá la toma de decisiones, generación de planes de toxicovigilancia epidemiológica y beneficia a los trabajadores y a la empresa porque permite generar planes de prevención encaminada evitar enfermedades profesionales y tratamiento oportuno de aquellos afectados

Palabras clave: neurotoxicidad, gases volátiles, combustible, hidrocarburos, vigilancia.

ABSTRACT

This research proposes to measure the association between neurotoxic effects and exposure to volatile fuel gases (toluene, xylene) in workers from dispatch islands of the Santo Domingo, Ambato, Riobamba terminals in the public company Petroecuador, in order to strengthen the system epidemiological surveillance. It will be carried out according to the orientation of the process in a cross-sectional study and descriptive and analytical analysis. It is expected to know the description of the sociodemographic characteristics (age, sex and level of education) of the population exposed to volatile fuel gases that occupy the terminal technical job and that work in the dispatch islands of the Santo Domingo terminals, Ambato, Riobamba Petroecuador public company. It is expected to identify workers with neurotoxic effects associated with the exposure of volatile fuel gases (toluene, xylene) in the Santo Domingo, Ambato, Riobamba clean product terminals of the public company Petroecuador.

This research includes few workers in its sample who are found in different provinces and who do not respond clearly to the neurotoxic research tests because they fear being sanctioned or removed from work. Provides information on neurotoxic symptomatology of the context that will allow decision-making, generation of epidemiological toxic surveillance plans and benefits workers and the company because it allows the generation of prevention plans aimed at avoiding occupational diseases and timely treatment of those affected

Keywords: neurotoxicity, volatile gases, fuel, hydrocarbons, surveillance

Introducción

La presente investigación plantea que los trabajadores expuestos de forma crónica a gases volátiles de los combustibles (benceno, tolueno, xileno) pueden sufrir de múltiples problemas de salud, tales como neurotoxicidad y leucemia mieloide⁽¹⁾. Por consiguiente, se define neurotoxicidad a los efectos o daños que causan ciertos químicos sobre el sistema nervioso central, periférico y órganos de los sentidos⁽²⁾. El efecto fisiopatológico generado por exposición al benceno, tolueno, xileno en el sistema nervioso resulta por la peroxidación de lípidos con disminución de la superóxido-dismutasa y glutatión en los tejidos cerebrales⁽³⁾.

La sintomatología neurotóxica relacionada a exposición crónica de gases volátiles de los combustibles (benceno, tolueno, xileno) con mayor incidencia comprende: somnolencia, mareos, cefalea, cambios de conducta, personalidad, depresión, alteraciones del estado de ánimo y función intelectual o memoria, alteraciones motrices, sensibilidad y reflejos⁽⁴⁾.

Entre los químicos neurotóxicos que pueden estar presentes y causar daños a la salud en los lugares de trabajo encontramos a los gases volátiles del combustible también denominados compuestos orgánicos volátiles (COVs). Se denomina (COVs) a todos los hidrocarburos que se volatilizan a temperatura ambiente⁽⁵⁾; entre los más comunes tenemos: metano, tolueno, n-butano, xileno, i-pentano, etano, benceno, n-pentano, propano y etileno, estas sustancias tienen gran impacto en el ambiente y en la salud de las personas.

Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores son objetivo prioritario de la prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las consecuencias de los mismos⁽⁶⁾. Así, la resolución CD 513 del seguro general de riesgos del trabajo del instituto Ecuatoriano de Seguridad Social IESS y sus dos modificaciones posteriores, regulan la exposición de los trabajadores a estos agentes en el trabajo⁽⁷⁾. En este sentido, tanto la autoridad laboral ecuatoriana, a través del Ministerio de Trabajo (MDT), Ministerio del Ambiente, Ministerio de salud (MSP), Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEM), y otras entidades internacionales a través de sus órganos técnicos tienen establecidos los límites de exposición profesional a agentes químicos. Con relación a estos cuerpos legales podemos citar el registro oficial N° 430 del año 2007 en el cual el estado ecuatoriano fija y regula los límites máximos permisibles para emisiones (COVs) a la atmósfera provenientes de hidrocarburos y otras fuentes⁽⁸⁾.

Debido a la naturaleza de sus actividades la manera más probable en la cual el trabajador técnico de islas de despacho podría exponerse a los gases volátiles de combustible se produce cuando este realiza el llenado de tanques de combustible a los vehículos en la estación de despacho de gasolina⁽⁹⁾. Cuya exposición crónica continua y a dosis baja podría provocar alteraciones neurotóxicas.

Ante la sospecha de posibles alteraciones neurotóxicas causadas por exposición a gases volátiles de los combustibles el paciente debe ser sometido a evaluación médica neurológica y psicológica inmediata, de ahí que una forma de diagnosticar estos efectos de forma precoz y oportuna lo constituyen las encuestas de salud auto-percibida denominadas baterías de neurotest, los mismos que recogen datos que permiten detectar síntomas de encefalopatía subclínica⁽¹⁰⁾. En el caso de test para evaluación neurotóxica generados por sustancias químicas encontramos varios documentos, tales como: Euroquest, Almirall, Minimental, Norris, Q16 modificado, sin embargo, los más usados y validados para estudios de neurotoxicidad por hidrocarburos corresponden a: cuestionario de síntomas neurológicos Q16, síntomas neurológicos y psicológicos (PNF) y síntomas subjetivos neurotóxicos de Hanninen y K. Lindstrom (H-L).

Con respecto a estudios previos realizados sobre efectos neurotóxicos por exposición a gases volátiles de combustibles (benceno, tolueno, xileno) encontramos los siguientes resultados.

De acuerdo al estudio de exposición y manifestaciones clínicas en trabajadores de talleres de latonería y pintura automotriz, se identificó que las manifestaciones clínicas más frecuentes fueron: tos, dermatitis y cefalea además que la alta concentración de fenol en orina servirá como una intervención oportuna para analizar los factores de exposición⁽¹¹⁾.

El tolueno provoca daño progresivo en las células del sistema nervioso central y periférico y esto puede llevar la muerte⁽¹²⁾. Induce al estrés oxidativo de las enzimas (P450), provocando reacciones inflamatorias metabolitos (quinonas), afectando las membranas lipídicas e induce al daño cerebral el cual se refleja con alteraciones de aprendizaje y memoria^(13,14). Además provoca disminución en la liberación de dopamina⁽¹⁵⁾. La exposición mayor a 8000 ppm de tolueno en ratas demostró que afecta la coordinación locomotora⁽¹⁶⁾. Así mismo, genera efectos similares a la depresión y ansiolítico después de la exposición crónica⁽¹⁷⁾. Otro efecto neurotóxico observado son las alteraciones de discromatopsia azul-amarillo en trabajadores expuestos al tolueno⁽¹⁸⁾.

En contraste, en el estudio transversal analítico a 119 trabajadores sobre síntomas en el sistema nervioso en trabajadores de la industria petrolera expuestos a diferentes niveles de solventes a los cuales se aplicó el cuestionario sueco Q16, se demostró que el 9% de los trabajadores presentaron síntomas neurotóxicos⁽¹⁹⁾. En otro estudio se aplicó el test Q16 modificado a 100 participantes y trabajadores de una lavandería de Bogotá, para analizar la confiabilidad del cuestionario modificado. Concluyendo que este brinda opciones de respuesta con mayor acercamiento a la realidad, consistencia interna y repetitividad. Por tanto puede ser una opción mejor para evaluar los síntomas neurotóxicos por exposición a solventes orgánicos⁽²⁰⁾.

Así mismo se realizó un estudio de corte transversal, con el propósito de determinar los efectos neuropsicológicos derivados del uso ocupacional de solventes orgánicos, en trabajadores del área de mantenimiento de una empresa de transporte público en Venezuela a los cuales se les aplicó una batería de pruebas psicotécnicas constituidas por el cuestionario de síntomas subjetivos de Hanninen-Lindström, y el de síntomas neurológicos y psicológicos (PNF), entrevista clínico psicológica e historia general de salud. Los resultados indican diferencias significativas en la función de memoria reciente y la entrevista clínico psicológica⁽²¹⁾.

Se realizó un estudio en el cual se aplicó el cuestionario de síntomas subjetivos de toxicidad (Hanninen y Lindström) en una empresa mexicana de autopartes en la que los trabajadores estuvieron expuestos a tolueno. Las pruebas realizadas mostraron ser consistentes para diferenciar neurotoxicidad entre trabajadores expuestos y no expuestos⁽²²⁾.

Esta investigación será presentada de forma estructurada por secciones: Sección I introducción; sección II metodología de trabajo (tamizaje de sintomatología neurotóxica se aplicarán los neurotest validados cuestionario de síntomas neurológicos Q16, cuestionario de síntomas neurológicos y psicológicos (PNF) *psychologisch neurologische fragebogen*, cuestionario de síntomas subjetivos neurotóxicos. H. Hanninen y K. Lindström; en la Sección III se presentarán los resultados; en la Sección IV se realizará la discusión; y en la Sección V se emitirán las conclusiones y recomendaciones.

El problema se genera porque la exposición crónica, en dosis bajas y repetidas a gases volátiles de los combustibles benceno, xileno y tolueno pueden ocasionar neurotoxicidad⁽²³⁾ agudas y crónicas en los seres humanos, por tanto es un problema de

salud pública, la cual no es detectable de forma temprana mediante el análisis de biomarcadores de exposición y efecto.

Para observar la gravedad de este problema la Organización Mundial de la Salud OMS manifiesta que la contaminación ambiental del aire, fue causa de 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año⁽²⁴⁾. Se estima que 9,8 millones de trabajadores en América Latina han estado expuestos a solventes orgánicos en los últimos 5 años⁽²⁵⁾. En Ecuador, es escasa la información referente al tema, sin embargo, el Ministerio de Salud Pública (MSP) en su subsistema de vigilancia SIVE-ALERTA incluyó en su reporte de efectos tóxicos del año 2020 un total de 1.876 casos de intoxicaciones, de los cuales 11 pertenecen a compuestos COVs⁽²⁶⁾, sin que se conozca mayor información.

La empresa pública Petroecuador realiza exámenes médicos ocupacionales de forma periódica, en búsqueda de hallazgos clínicos tempranos de posibles alteraciones corporales que sugieran sobre-exposición laboral a diferentes riesgos ocupacionales; entre los procesos de vigilancia médica por exposición química destacan el seguimiento hemático de hematocrito, hemoglobina, leucocitos, perfil hepático, de la misma forma se realizan mediciones de biomarcadores biológicos específicos para la detección de sobre-exposición a benceno, xileno y tolueno, mediante el análisis de los metabolitos TT-mucónico, metil hipúrico e hipúrico. Actualmente la empresa cuenta con el neurotest Q16 en su sistema de vigilancia, sin embargo, este no se ha aplicado. En este sentido, al no encontrarse información pertinente sobre neurotoxicidad como resultado de la exposición crónica a gases volátiles en la empresa justifica el estudio.

Los daños neuropsicológicos se producen en exposición crónica, en dosis bajas y repetida a gases volátiles de los combustibles benceno, xileno y tolueno, tal como lo sostienen algunos autores⁽²³⁾. Las alteraciones neurotóxicas más comunes referidas en la literatura destacan: somnolencia, mareos, cefalea, cambios de conducta, personalidad, depresión, alteraciones del estado de ánimo, de la función intelectual, alteraciones de motricidad, sensibilidad y reflejos las cuales nos son identificables mediante el uso de biomarcadores o seguimiento hemático. Por esta razón se deben plantear sistema de toxicovigilancia específica mediante el uso de neurotest.

Ante esta situación nos preguntamos será que las alteraciones neurotóxicas se relacionan con la exposición a gases volátiles de combustibles benceno, xileno y tolueno.

La hipótesis plantea que la exposición crónica, a dosis bajas y repetitivas de gases volátiles de combustibles provoca somnolencia, mareos, cefalea, cambios de conducta,

personalidad, depresión, alteraciones del estado de ánimo, de la función intelectual, alteraciones de motricidad, sensibilidad y reflejos en los trabajadores de las estaciones y terminales de productos limpios de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ambato y Riobamba, sin que estos hayan sido detectados, analizados y tomados en cuenta en los procesos de vigilancia epidemiológica, convirtiéndole en un problema de salud limitadamente visibilizado.

En razón de lo planteado, esta investigación se justifica porque los efectos neurotóxicos causados por exposición crónica repetitiva y a dosis bajas de gases volátiles de los combustibles (benceno, xileno, tolueno), son un problema de salud pública que no se han estudiado en la empresa. Cuya consecuencia puede ocasionar daños irreversibles a la salud laboral con elevados costos de atención e indemnización.

Esta investigación permitirá conocer las bases estadísticas de sintomatología neurológica y psicológica y su asociación con la exposición a gases volátiles de los combustibles. Además, se espera que estos datos sirvan como insumo para mejorar los procesos de toxicovigilancia epidemiológica en trabajadores expuestos a riesgo químico (gases volátiles de combustibles), por consiguiente, servirá para emitir medidas de prevención y control del riesgo químico, la aplicación de estas acciones evita el apareamiento de efectos adversos y enfermedades profesionales, siendo este su principal beneficio.

Los beneficiarios directos de esta investigación serán los trabajadores de la EP-Petroecuador porque se evitará que adquieran enfermedades de origen laboral y de forma indirecta la gerencia institucional porque evitará multas por responsabilidad patronal desencadenadas por el reporte de las enfermedades profesionales emitidos por los organismos de control.

Con los resultados de esta investigación se fortalecerá el proceso de vigilancia de salud frente a los riesgos químicos y toxicovigilancia, estos resultados podrán ser extendidos a la población laboral que se encuentra en exposición a gases volátiles de combustibles en otras áreas de la empresa.

El objetivo de esta investigación será medir la asociación entre efectos neurotóxicos y la exposición a gases volátiles de combustibles (benceno, tolueno, xileno) en trabajadores de islas de despacho de los terminales de Santo Domingo, Ambato, Riobamba en la empresa pública Petroecuador. Como también, identificar, reconocer signos, síntomas tempranos y describir la incidencia de alteraciones neurotóxicas, lo que permitirá reorientar y mejorar el sistema de toxicovigilancia química y control epidemiológico empresarial, encaminada

a evitar enfermedades profesionales y multas por responsabilidad patronal emitidas por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

Método

Esta investigación plantea un estudio de carácter transversal, analítico de tipo no experimental, con alcance correlacional en el cual se medirá la asociación que existe entre alteraciones neurotóxicas y la exposición crónica a dosis bajas y repetitivas a gases volátiles de combustibles (benceno, xileno, tolueno) en los trabajadores de islas de despacho de los terminales de productos limpios de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ambato y Riobamba.

La población muestra estará conformada por 16 trabajadores de EP-Petroecuador, que ocupan el puesto de trabajo técnico de terminal de despacho y que laboran en los terminales Santo Domingo, Ambato, Riobamba, por estar en exposición a gases volátiles de los combustibles.

En esta investigación se incluirán a todos los trabajadores que estuvieron expuestos a gases volátiles de los combustibles en islas de despacho como mínimo 6 meses antes de la investigación, además se incluirá aquellos trabajadores que firmaron el consentimiento informado. Así mismo, esta investigación excluyó a aquellos trabajadores que desarrollaron enfermedad neurotóxica previo al ingreso a laborar en calidad de técnico de islas de despacho. De la misma forma, aquellos trabajadores poseían enfermedad neurotóxica diagnosticada previamente.

La fuente de información primaria serán los datos recolectados de los cuestionarios neurotest Q16, HL y PNF aplicados en trabajadores expuestos a gases volátiles de combustibles. Y la fuente de información secundaria serán los informes de mediciones ambientales de gases volátiles emitidos por el departamento de seguridad industrial del periodo 2015 al 2020, realizados en islas de despacho de terminales antes mencionados.

Los instrumentos de investigación que se utilizaran en este estudio son los tres cuestionarios de salud autopercebida: Q16, HL y PNF los que se encuentran debidamente validados y se los considera altamente sensibles para la detección de estos cuadros clínicos, a continuación, detallaremos cada uno:

Cuestionario de síntomas neurotóxicos (Q16), es un instrumento de monitoreo rápido (screening) originalmente sueco que permite la detección precoz y temprana de síntomas neurológicos en trabajadores con exposición baja continua y crónica a solventes orgánicos. Este test se encuentra estructurado por 16 preguntas validadas, con opciones de

respuestas en forma binaria afirmativas y negativas (si/no); para su análisis se requiere contar las preguntas afirmativas, si este valor es mayor a seis será considerado sospechoso, a estos pacientes se le realizará una investigación a profundidad en estudios neurotóxicos. Para profundizar la investigación de pacientes sospechosos aplicaremos los cuestionarios de HL y PNF⁽²⁷⁾.

Cuestionario de Síntomas Neurotóxicos Subjetivos de H. Hanninen y K. Lindstrom (H-L) versión 2 del año 1987, creado por el Instituto de Salud Ocupacional de Helsinki en Finlandia, se encuentra estructurado por 47 ítems que analizan 4 factores de síntomas subjetivos en la esfera Psicológica: 17 ítems de labilidad general, 17 ítems de fatiga general con síntomas somáticos, 7 ítems de disminución de la sociabilidad o de la extroversión, y 6 ítems de neuroticismo o inestabilidad emocional. Estos ítems se responden de acuerdo a la escala de Likert con 3 niveles de respuestas: 1 nunca, 2 algunas veces, 3 frecuentemente. La interpretación global de este cuestionario será la siguiente: toda puntuación menor a 85 se considera normal y mayor a esta se considera patológica y asociada a la exposición de sustancias neurotóxicas⁽²⁸⁾.

Cuestionario Neurológico-psicológico (PNF): Prueba que fue desarrollada en el Instituto Central de Medicina del Trabajo de Alemania y adaptada en Cuba en el año 1987, consta de 38 ítems, que valoran dos esferas: esfera neurológica y psicológica. Que a su vez se subdividen en: inestabilidad psiconeurovegetativa (PN), síntomas neurológicos (N), Astenia (A), irritabilidad (E) y defectos de concentración y memoria (K), Las combinaciones para la interpretación diagnóstica son: PN y N = neurológica y A, E y K = Psicológica. Cada pregunta será calificada con una puntuación de acuerdo a la escala de Likert: Nunca 0, Algunas Veces 1, Frecuentemente 2, Muy frecuentemente 3 según corresponda. El diagnóstico se emitirá según el resultado de calificación total: menor a 85 será normal, si es mayor a 85 será patológico, el cual será expresado en términos de discreto, moderado y/o sobresaliente⁽²⁹⁾.

Previo al llenado de cuestionarios de salud autopercebida (neurotest) se explicará al trabajador los objetivos, riesgos y beneficios del estudio y se solicitará a cada participante otorgar su consentimiento informado por escrito. A los participantes se les entregará los tres cuestionarios y se les explicará cómo llenar los mismos, primero deben registrar su información sociodemográficos y luego datos de su salud general autopercebida. El llenado de los cuestionarios debe iniciar con el Q16, y si el resultado es mayor a 6 se continuará con los cuestionarios HL y por último PNF.

Para la obtención de datos de mediciones ambientales de gases volátiles de combustibles (benceno, xileno, tolueno) de los terminales de Santo domingo, Ambato y Riobamba de los técnicos de despacho, solicitaremos al departamento de seguridad industrial los datos del periodo 2015 al 2020, por ser la información que se encuentra disponible. Para obtener y organizar los datos de estos informes crearemos una tabla con las siguientes variables: título del informe, centro de trabajo, autor, fecha y valores de mediciones ambientales de benceno, xileno y tolueno.

En este estudio se planteó como variable dependiente los efectos neurotóxicos presentes en trabajadores. Y como variable independiente la exposición a gases volátiles de combustibles (benceno, xileno, tolueno). Además, fue necesario incluir las variables sociodemográficas: edad, género, nivel estudio, lugar de trabajo, jornada laboral, horas al día de exposición, antigüedad en el puesto de trabajo.

Los datos obtenidos de esta investigación serán tabulados y analizados mediante el programa de estadística SPSS Statistics versión 22, y sus resultados serán presentados mediante tablas de frecuencia relativa condicional (asociación, correlación e índices de riesgo) y gráficos estadísticos (barras, dispersión), serán presentados mediante el programa Microsoft office Word 2019. Ahora bien, los datos sociodemográficos que describiremos serán: edad, género, nivel de educación, lugar de trabajo, años de trabajo, tipo de jornada laboral, horas de exposición, antigüedad en el puesto en la población objeto del estudio.

Principios éticos.

Este estudio se apegará a lo señalado por la declaración de Helsinki (2016) con sus principios: autonomía, consentimiento informado, beneficencia y justicia, representatividad⁽³⁰⁾, y los dispuestos en la ley orgánica de salud orgánica de salud en materia de investigación y las directrices de buenas prácticas clínicas⁽³¹⁾. De la misma forma se someterá a un comité de ética de investigación con el objetivo de proteger la confidencialidad de la información y recabar el consentimiento informado.

Resultados.

De acuerdo a los antecedentes de las diferentes investigaciones antes descritas, se espera evidenciar la razón de asociación entre los efectos neurotóxicos obtenidos mediante los resultados de los cuestionarios de salud autopercebida: Q16, HL y PNF y la exposición

crónica repetitiva a dosis bajas a gases volátiles de combustibles, en la población trabajadora que ocupa el cargo de técnico en islas de despacho de los terminales Santo Domingo, Ambato y Riobamba de la empresa pública Petroecuador. Entre los efectos neurológicos esperados están las alteraciones en las funciones psicológicas y neurológicas.

Los resultados serán descritos de tal manera que permitan caracterizar la información concerniente a la población trabajadora los terminales Santo Domingo, Ambato y Riobamba utilizando las cuatro tablas que a continuación se detallan donde se describen las variables: edad, genero, nivel de educación, lugar de trabajo, años de trabajo, tipo de jornada laboral, horas de exposición, antigüedad en el puesto en la población objeto del estudio.

Tabla N° 1. Características sociodemográficas de la población en estudio.

	N	INCIDENCIA (IC 95%)	%
EDAD			
<35 Años			
36-45 Años			
46-55 Años			
56-60 Años			
>61 Años			
GENERO			
Masculino			
Femenino			
NIVEL DE EDUCACIÓN			
Primaria			
Secundaria			
Técnico Superior			
Universitario			
LUGAR DE TRABAJO			
Terminal Santo Domingo			
Terminal Ambato			
Terminal Riobamba			
JORNADA LABORAL			
Diurna			
Nocturna			
Rotativo			
HORAS DE EXPOSICIÓN AL DÍA			
0-8 Horas			
0-12 Horas			
> 12 Horas			
ANTIGÜEDAD LABORAL EN EL PUESTO DE TRABAJO			
< 1 Año			
1 - 4 Años			
5 - 10 Años			
11 - 15 Años			
16 - 20 Años			
> 20 Años			

Elaborado por el autor

Tabla N° 2. Sintomatología neurotóxica presente en trabajadores expuestos a gases volátiles de combustibles en terminales de despacho.

INCIDENCIA DE SINTOMATOLOGÍA ESPECIFICA				
EFECTOS NEUROTÓXICOS (NEUROTTEST)	n	Si %	No %	IC 95%
NEUROTTEST (Q16)				
Síntomas Neurológicos				
NEUROTTEST HANNINEN-LINDSTROM (H-L)				
Labilidad General				
Fatiga General con Síntomas Somáticos				
Disminución de la Sociabilidad o de la Extroversión				
Neuroticismo				
NEUROTTEST (PNF)				
Sintomatología Psiconeurovegetativa				
Síntomas Neurológicos				

Elaborado por el autor

Tabla N° 3. Resultados de mediciones ambiental benceno, xileno, tolueno en islas de despacho según centros de trabajo y por año.

	Benceno PPM	Xileno PPM	Tolueno PPM
TERMINAL SANTO DOMINGO			
2015			
2017			
2019			
TERMINAL AMBATO			
2015			
2017			
2019			
TERMINAL RIOBAMBA			
2015			
2017			
2019			

Elaborado por el autor

Tabla N° 4. Asociación entre sintomatología neurotóxica y trabajadores expuestos a gases volátiles de combustibles.

EFFECTOS NEUROTÓXICOS (NEUROTTEST) EN TRABAJADORES EXPUESTOS A GASES VOLÁTILES DE COMBUSTIBLES							
CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS	n	Q16 <6	Q16 >6	H-L <85	H-L >85	PNF <85	PNF >85
	EDAD						
<35 Años							
36-45 Años							
46-55 Años							
56-60 Años							
> 61 Años							
GENERO							
Masculino							
Femenino							
NIVEL DE EDUCACIÓN							
Primaria							
Secundaria							
Técnico Superior							
Universitario							
JORNADA LABORAL							
Diurna							
Nocturna							
Rotativo							
HORAS DE EXPOSICIÓN AL DÍA							
0-8 Horas							
0-12 Horas							
> 12 Horas							
LUGAR DE TRABAJO							
Terminal Santo Domingo							
Terminal Ambato							
Terminal Riobamba							
ANTIGÜEDAD LABORAL EN EL PUESTO DE TRABAJO							
< 1 Año							
1 - 5 Años							
5 - 10 Años							
10 - 15 Años							
15 - 20 Años							
> 20 Años							

Implicaciones y fortalezas

Esta investigación aporta una significativa contribución al ámbito de salud ocupacional, así como a la sociedad en general. Por lo cual esta investigación pretende beneficiar a los trabajadores de la empresa, con los datos obtenidos visualizaremos las condiciones de salud individual y colectiva, y así generar planes de vigilancia específicos con la finalidad

de evitar enfermedades profesionales, complicaciones, discapacidad e invalidez, mediante el diagnóstico precoz y tratamiento oportuno de aquellos trabajadores en riesgo.

Las implicaciones de este estudio, benefician a la empresa porque aporta información médico ocupacional con base científica sobre sintomatología neurotóxica, la misma que servirá para implementar vigilancia y control epidemiológico. La vigilancia de salud basada en datos reales evita y disminuyen el ausentismo laboral relacionado a las afectaciones por el trabajo y el pago por multas generadas por la responsabilidad patronal que emiten los organismos de control.

Esta investigación presenta las siguientes limitaciones: datos auto-informados con sesgo, pues se observa que en algunos casos de trabajadores no responden de forma clara y objetiva a los test de investigación neurotóxica, debido al temor que con sus respuestas pueden ser sancionados o apartados del trabajo; en otros casos se observa, la exageración de los síntomas con la finalidad de obtener algún beneficio institucional, resultando en datos imprecisos erróneos y más significativos de lo que realmente son.

Otra limitación evidenciada es que el estudio cuenta con una muestra pequeña de trabajadores, que a su vez se encuentran distribuidos de forma dispersa entre provincias con contextos y culturas diferentes, lo cual podría sesgar los resultados y no permitiendo ser extrapolables.

Aunque observamos estudios previos que han demostrado las afectaciones neurotóxicas en otras poblaciones, la fortaleza de esta investigación aporta información valiosa sobre efectos neurotóxicos presente en trabajadores expuestos a gases volátiles de combustibles (benceno, xileno y tolueno) de la empresa pública Petroecuador la cual servirá como base estadística para los planes de prevención en materia de seguridad, salud y ambiente.

En conclusión, la metodología propuesta permite alcanzar los objetivos, así como también conocer las relaciones entre las concentraciones de los gases volátiles de combustibles (benceno, tolueno xileno) y los efectos neurotóxicos (psicológicos y neurológicos), con estos resultados propondremos un plan de vigilancia médico ocupacional, el cual se encuentra estructurado por dos segmentos de vigilancia: ambiental y salud.

La vigilancia ambiental comprende el chequeo continuo y/o periódico de la calidad del aire en ambiente, en el cual se propone se tome los niveles ambientales de gases volátiles de combustible mediante el proceso de oxidación catalítica, o adsorción de gases, así mismo se propone que se elimine el riesgo en caso de estar elevados.

La vigilancia de salud comprende los controles médicos periódicos, el cual incluye el análisis de niveles de biomarcadores de exposición (tt mucónico, metil hipúrico, hipúrico) los cuales deben ser medidos en orina y al final de la jornada, así como también la evaluación clínica neurológica, en la cual se incluirá la aplicación de los neurotest (Q16, HL y PNF) propuestos, estas evaluaciones serán realizadas de forma semestral, por consiguiente, gestionar los pacientes y puestos de trabajo con mayor incidencia según sea el caso.

Referencias bibliográficas

1. Holder, Hader, Raga Avanasani TH. Evaluating Potential Human Health Risks from Modeled Inhalation Exposures to Volatile Organic Compounds Emitted from Oil and Gas Operations [Internet]. 2019. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31621516/>
2. Ministerio de trabajo y asuntos sociales España. NTP 487 Neurotoxicidad: agentes neurotóxicos. Minist Trab y asuntos Soc España [Internet]. 1998; Available from: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_487.pdf
3. Gómez J, Gil N, Gómez A. Radicales libres y lesión cerebral. Universitas Médica. Sist Inf Científica Redalyc [Internet]. 2008;49(2):231–42. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/2310/231016364008.pdf>
4. García M, García ReM. Emisión de BTEX por las gasolineras, proximidad geográfica y síntomas neurológicos en residentes de Ensenada, Baja California, México. 2014.
5. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto D. De compuestos orgánicos volátiles [Internet]. 2021. Available from: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos_organicos_volatiles.aspx
6. Javier Caro Hidalgo, Mercedes Gallego Fernández RMS. Métodos comparados; diferentes metodologías para la evaluación de riesgos originados por compuestos orgánicos volátiles (VOCs) en ambientes laborales [Internet]. 2009. Available from: <https://app.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n113/articulo2.html>

7. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social I. Normativa aplicable a la seguridad y salud en el trabajo. Cons Dir del Inst Ecuatoriano Segur Soc [Internet]. 2016;(3):11. Available from: http://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf
8. Tribunal Constitucional del E. Registro Oficial N° 430 [Internet]. 2007. Available from: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Acuerdo-Ministerial-091_0.pdf
9. ATSDR A para ST y el R de E. Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. ATSDR. Resúmenes de Salud Pública - Gasolina de automóvil (Automotive Gasoline) [Internet]. 2021. Available from: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs72.html
10. Tirapu Ustárróz J. La evaluación neuropsicológica [Internet]. 2016. p. 1–10. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000100004
11. Jesús F, Coello P, Rodríguez D. Exposición a benceno y manifestaciones clínicas en trabajadores de talleres de latonería y pintura automotriz, Venezuela. 2019.
12. Carolina Rodríguez Padilla Villalobos A. Intoxicación por tolueno [Internet]. 2015. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1409-00152003000200007&script=sci_arttext&tlng=en
13. Minerva Martínez-Alfaro, Yolanda Alcaraz-Contreras , Alfonso Cárbaz-Trejo GEL-A. Efectos del estrés oxidativo de la inhalación de diluyentes [Internet]. 2011. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22412283/>
14. Abdel-Tawab H. Mossa , Samia MM Mohafrash y NCA correspondiente. Safety of natural insecticides: toxic effects in experimental animals. Mossa AH, Mohafrash SMM, Chandrasekaran N. Safety of Natural Insecticides: Toxic Effects on Experimental Animals. Biomed Res Int. 2018 Oct 16;2018:4308054. doi: 10.1155/2018/4308054. PMID: 30410930; PMCID: PMC6206511.; 2018.
15. Apawu AK, Callan SP, Mathews TA, Bowen SE. Repeated toluene exposure leads to neuroadaptation in dopamine release mechanisms within the nucleus accumbens core. Toxicol Appl Pharmacol [Internet]. 2020;408(September):115260. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.taap.2020.115260>

16. Win-Shwe TT, Fujimaki H. Neurotoxicity of toluene. *Toxicol Lett* [Internet]. 2010;198(2):93–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxlet.2010.06.022>
17. Malloul H, Bennis M, Bonzano S, Gambarotta G, Perroteau I, De Marchis S, et al. Decreased Hippocampal Neuroplasticity and Behavioral Impairment in an Animal Model of Inhalant Abuse. *Front Neurosci*. 2018;12:35.
18. Muttray A, Wolters V, Rose DM. Blue–yellow dyschromatopsia in toluene-exposed workers. *Int Arch Occup Environ Health* [Internet]. 2019;92(5):699–707. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00420-019-01405-8>
19. Sánchez-Pinto BJ, Prado-León L, León-Cortés S, González-Baltazar R P-SM. Trabajadores de la industria petrolera (Ecuador) y síntomas en el sistema nervioso por exposición a diferentes niveles de solventes [Internet]. 2018. Available from: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=66745>
20. Estrada J, Quiroz D del P, Bedoya DM. Modificación del cuestionario de síntomas neurotóxicos (Q16). *Cienc y Tecnol para la Salud Vis y Ocul* ISSN 1692-8415, ISSN-e 2389-8801, Vol 8, N° 1, 2010, págs 19-28 [Internet]. 2010;8(1):19–28. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599146>
21. Pereira L. Evaluación neuropsicológica de trabajadores expuestos a solventes orgánicos en una empresa de transporte público. [Internet]. 2008. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-02642007000200002
22. Almirall Hernández Pedro Juan, Franco Enríquez Jesús Gabriel, Martínez Alcántara Susana NM. Evaluación psicológica de trabajadores expuesto a tolueno en una empresa mexicana de autopartes [Internet]. 1999. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6454368.pdf>
23. Barros SB de M. Toxicología. *Rev Bras Ciências Farm* [Internet]. 2002;38(4):500–500. Available from: <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Capítulo+33.+Toxicología>
24. WHO WHO. Ambient (Outdoor) Air Quality and Health [Internet]. 2018. Available from: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
25. Vargas-Ramos YE, Marrugo-Negrete JL. Exposición a COVs en fábricas de muebles de dos poblaciones del norte de Colombia. *Rev Salud Publica* [Internet].

- 2014;16(6):746–57. Available from:
<https://www.redalyc.org/pdf/422/42238635003.pdf>
26. MSP S de V de la SP. Reporte SIVE-ALERTA efectos tóxicos año 2020 [Internet]. Vol. 53, Revista de información y modelado químico. 2020. Available from: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2021/01/Toxicos-y-quimicos-SE-01.pdf>
27. Íngrid Astrid Jiménez Barbosa U de LSC, Sieu Khuu U de NG del S, Mei Ying Boon U de NG del S. Modificación del cuestionario de síntomas neurotóxicos (Q16) [Internet]. 2011. Available from: <https://ciencia.lasalle.edu.co/svo/vol9/iss1/2/>
28. Ela, Echevarría Ore María. Validación del cuestionario de síntomas subjetivos neurotóxicos de Almirall basado en el cuestionario H. Hänninen y K. Lindstrom [Internet]. 2019. Available from: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/6619/Validacion_EchevarriaOre_María.pdf?sequence=1&isAllowed=y
29. Linery Bracho Uzcátegui. Exposición a solventes aromáticos BTX (benceno, tolueno, xileno) y sus efectos en la salud de los trabajadores de una industria petrolera del estado Carabobo durante el período 2013 – 2014 [Internet]. 2017. Available from: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5239/lbracho.pdf?sequence=1>
30. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial – principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. [Internet]. 2017. Available from: <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
31. Congreso nacional de la República del Ecuador. Ley organica de salud del Ecuador. Plataforma Prof Investig Jurídica [Internet]. 2006;Registro O:13. Available from: <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/LEY-ORGÁNICA-DE-SALUD4.pdf>